

BIM NAS OBRAS PÚBLICAS EM PORTUGAL: CONDICIONANTES PARA UMA IMPLEMENTAÇÃO COM SUCESSO

Paulo Taborda^{1*} e Nuno Cachadinha²

1: Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
Monte da Caparica, Portugal
e-mail: pjt19038@campus.fct.unl.pt, web: <http://www.fct.unl.pt>

2: Technion, Israel Inst. of Technology,
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
Monte da Caparica, Portugal
e-mail: ncachadinha@fct.unl.pt web: <http://www.fct.unl.pt>

Palavras-chave: Condicionantes, BIM, Implementação, Concursos Públicos

Resumo. O “Building Information Modeling” (BIM) tem vindo a assumir o papel principal dentro das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no sector da Arquitectura, Engenharia e Construção (AEC). As suas vantagens têm sido descritas tanto por profissionais como por académicos, sendo que estas culminam num aumento de produtividade durante a execução do projecto e na diminuição de custos ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

Em ambiente de contenção de custos, o BIM poderá então ser uma oportunidade para apostar no crescimento sustentado da indústria, em que a reestruturação do processo de colaboração entre as várias partes envolvidas no projecto estimula a transparência e promove a imagem do sector.

Pelo mundo fora, vários países já tornaram o BIM obrigatório nas suas obras públicas. Uns através de alterações da lei (Singapura, EUA), outros através da criação de orientações e directivas (Finlândia, Noruega), muitos fazendo uso de “Industry Foundation Classes” (IFC) (China, Dinamarca), outros tantos aplicando limites máximos ao custo do empreendimento a partir dos quais o projecto terá que ser executado sobre plataforma BIM (Holanda, Finlândia). Há até governos a implementar o BIM com o objectivo de reduzir emissões de carbono (Reino Unido). Todos estes países têm em comum a forte aposta na Investigação e Desenvolvimento (I&D) do BIM como base para as suas estratégias de crescimento.

Neste estudo é sistematizado um conjunto de condicionantes a ter em conta num processo desta natureza. É efectuada uma revisão da literatura, apoiada em entrevistas em profundidade a profissionais representativos da indústria, com o intuito de aferir o ajustamento dos resultados apurados à realidade nacional. É ainda apurado, analisado e discutido o impacto das condicionantes no sucesso da implementação do BIM como plataforma necessária para concursos públicos em Portugal, bem como as suas interacções, implicações, oportunidades e desafios, tendo em conta todas as entidades envolvidas no ciclo de vida de uma edificação. Por fim, são propostos futuros campos de pesquisa.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Fernando Santo, bastonário da Ordem dos Engenheiros (OE) entre 2004 e 2010, as principais causas para a falta de competitividade do sector, em Portugal, são os desvios de custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas. Esta falta de competitividade põe em causa a imagem do sector, assim como a dos profissionais que lhe estão associados [1], incapacitando ainda as empresas de combaterem a concorrência internacional [2].

A emigração por parte dos jovens portugueses com estudos superiores, com o objectivo de conseguirem emprego, melhores condições de trabalho e de carreira, é uma realidade. Os engenheiros não são excepção à regra. A utilização de ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) requer que o utilizador tenha conhecimentos de engenharia, sendo assim expectável que a capacidade para utilizar as referidas ferramentas aumente a oferta de emprego para engenheiros [3].

O papel do Governo na implementação BIM é essencial seja em que país for, podendo mesmo ser o factor diferenciador entre o sucesso e o insucesso [4].

A obrigatoriedade de utilização de ferramentas BIM em concursos públicos em Portugal daria certamente resposta às necessidades do sector da construção o que, na conjuntura económica actual torna o tema ainda mais crucial e motiva o estudo das condicionantes que levam ao sucesso da referida implementação.

O objectivo deste trabalho de investigação passa portanto por conhecer quais as condicionantes que maximizam a qualidade da implementação de plataformas BIM nos concursos públicos em Portugal e mitigam eventuais problemas associados.

2. HIPÓTESES DE ESTUDO

O presente trabalho tem as seguintes hipóteses de estudo:

1. Existem aspectos mais influentes do que outros no sucesso da implementação de plataformas BIM;
2. A influência de cada um deles tem o seu próprio peso no sucesso que é identificável;
3. Com os devidos ajustes, poderão ser prevenidos problemas que afectem ou impossibilitem o sucesso da implementação de plataformas BIM em concursos públicos em Portugal.

3. ESTADO DO CONHECIMENTO

O BIM é um conceito em constante mudança e desenvolvimento. O próprio termo tem diferentes interpretações [8]. “O BIM é uma forma fundamentalmente diferente de criar, usar e partilhar dados do edifício, ao longo de todo o seu ciclo de vida” [7].

Em 1974, [9] apontavam os desenhos (suportados por notas e especificações escritas) como o principal meio para divulgar informação na indústria da construção. Dada a pouca produtividade deste processo de transmissão de dados, propuseram a criação de um sistema informático para armazenar, alterar e analisar informações detalhadas do empreendimento, desde a fase de concepção até à sua demolição [9]. No final dos anos oitenta começou a falar-se do BIM como tendo potencial para alterar processos no sector da Arquitectura, Engenharia e Construção (AEC) [10]. Ainda que atenuados, os problemas descritos por Eastman *et al.* há quarenta anos ainda subsistem no sector [7].

Enquanto metodologia, o BIM tem como objectivo criar várias bases de dados relevantes para um determinado projecto, centralizá-las e mantê-las durante todo o seu ciclo de vida, promovendo, ao mesmo tempo, o acesso a todos os seus intervenientes. De forma fácil, expedita e rápida. As referidas bases de dados comportam todos os projectos associados ao empreendimento, assim como toda e qualquer outra informação ou documentação. Deste modo, o BIM é um processo colaborativo baseado no uso de padrões abertos de partilha de informação [7].

A definição mais reconhecida do BIM identifica-o enquanto modelo e define-o como sendo um produto ou representação digital inteligente de um conjunto de dados estruturados que definem um empreendimento [7]. Este inclui todas as interacções e heranças entre os componentes constituintes

do edifício, de modo a descrevê-lo de forma precisa e indubitável [11]. No entanto, o BIM deve ser visto como um processo dinâmico e não apenas como um modelo [12], uma vez que permite a utilização, a reutilização e a troca de informação a partir de uma tecnologia integrada de modelação 3D-2D, onde todos os documentos electrónicos se inserem num modelo único [7].

“Existem dois desenvolvimentos que estão a produzir mudanças fundamentais na indústria da AEC. (...) o segundo é uma tecnologia de informação – o BIM” [13]. O BIM descreve as ferramentas, os processos e as tecnologias que são facilitadas pela documentação digital reconhecível por um computador. Esta documentação descreve um edifício, a sua performance, o seu planeamento, a sua construção e posteriormente a sua operação [7].

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) possibilitam e dinamizam a inovação. Para otimizar o proveito retirado das TIC, as empresas têm que aumentar a sua interoperabilidade [12]. A interoperabilidade é a aptidão necessária para que dois sistemas diferentes se compreendam reciprocamente e funcionem um com o outro sem conflitos. O termo provém da capacidade de um sistema operar o outro, e vice-versa [14]. Para aumentar a sua interoperabilidade, as empresas devem preocupar-se não só com vínculos técnicos mas também com a compatibilidade entre os valores dos seus colaboradores e com o fomento de uma cultura de confiança, de expectativas mútuas, devendo haver acordos formais e informais entre empresas que instigue a colaboração. Na última década, o sector da construção reconheceu que tem que adoptar metodologias normalizadas para atingir os níveis desejados de interoperabilidade. O BIM deve suportar interoperabilidade entre os vários *softwares* existentes no mercado para se manter sustentável [12]. Nesse sentido, desenvolveu-se o *Industry Foundation Classes* (IFC), uma norma para a partilha de modelos completos e precisos pelos vários intervenientes, independentemente das aplicações por eles utilizadas e sem qualquer perda de informação no processo [15].

O BIM constitui um repositório de dados e conhecimento partilhado durante todo o ciclo de vida do empreendimento [16] tornando-se assim num recurso completo com informação desde os primeiros modelos de concepção até ao fim da vida útil do mesmo [17].

3.1. Estados / Governos

Seja em que país for, o papel do governo na implementação BIM é essencial, podendo mesmo ser o factor diferenciador entre o sucesso e o insucesso [4].

Nos países desenvolvidos as obras públicas são preponderantes no sector da construção uma vez que o Estado é o maior dono de obra de uma nação. As tendências de contratação pública devem ser estudadas dado serem diferentes entre países. A cultura própria de cada povo poderá ditar diferentes formas de encarar uma implementação [18].

Dois exemplos de tendências de contratações públicas contrastantes são a Espanha e o Reino Unido: enquanto em Espanha há legislação específica que define os meandros da contratação pública, no Reino Unido apenas se apontam estratégias flexíveis para o sector público [18].

Reformas como esta são conseguidas por países dinâmicos, progressistas e com forte orientação empresarial. Geralmente são países anglo-saxónicos e escandinavos. Estas culturas têm grande maturidade no campo da gestão de projectos, tanto em obras públicas como em investimentos privados [18].

A tendência internacional *"New Public Management"* preconiza a aplicação de princípios de gestão privada ao ambiente público, através de uma análise das diferenças entre ambos e posterior adaptação à realidade pública. Os pioneiros neste processo são o Reino Unido e a Austrália [18]. Inspirados nos britânicos, Singapura, Dinamarca, Hong Kong e Holanda, começaram a adoptar esta tendência entre 1999 e 2001, tendo mesmo programas bastante prometedores. Apesar de ser ainda muito cedo para haver resultados claros de mudança, há implementações que já demonstram sucesso parcial [19]. As principais dificuldades desta implementação são [19] *apud* [18]:

- Complexidade operacional dos programas: demonstrou-se ser complicado mudar práticas que se vêm a desenvolver há décadas num sector tão grande como o da construção;
- Período de implementação: os longos períodos de implementação são uma consequência

da complexidade operacional e podem dificultar a continuidade e a manutenção do programa, sobretudo nos momentos iniciais. Falhas, problemas legais, mudanças de governos estão entre os principais impactos negativos;

- Passagem do conhecimento: Fazer chegar informação a todo o sector é o maior problema relatado. Mesmo em países que optaram por introduzir o programa através de legislação, é sempre preciso fazer as empresas entenderem quais os requisitos e oferecer as ferramentas necessárias para que estas se ajustem ao programa.

Projectos a longo prazo podem entrar em conflito com o sistema político. A solução para assegurar uma implementação a longo prazo no sector passa por oficializar a iniciativa através de regulamentos e legislações, pelo menos para países que não partilhem as culturas anglo-saxónica e escandinava [18].

Para garantir o sucesso de uma implementação BIM em concursos públicos, deve contextualizar-se a cultura do país ao escolher os métodos para essa implementação. Nalgumas culturas garantir o diálogo poderá ser o suficiente, enquanto noutras o tema terá que ser introduzido através de legislação, regulamentação e requisitos governamentais [18]. É essencial uma boa estratégia de comunicação, assim como a utilização de um sistema de controlo e monitorização eficiente que garanta a existência de relatórios periódicos e de indicadores de desempenho.

Por outro lado, é necessário que o Governo crie ferramentas e meios para a passagem de informação ao sector e para apoiar donos de obra e empresas da indústria interessadas na iniciativa. Educação, formação e sistemas de informação e de esclarecimentos *online* são essenciais para este tipo de iniciativa. Para isso, os governos têm que estar realmente dispostos a aumentar os fundos para a formação dos funcionários públicos [18].

É necessário compreender que algumas culturas são muito orientadas para o reconhecimento público, enquanto outras só reagem a incentivos financeiros. Assim, dependendo da cultura, poder-se-á lançar mão de indivíduos considerados e respeitados dentro da comunidade para promover a mudança ou, por outro lado, implementar um sistema de prémios que estimule a mudança e encoraje a melhoria a longo prazo [18].

De la Cruz sublinha ainda que, mais que uma mera implementação, é necessário um programa completo e progressivo que mude a cultura do sector. É ainda necessário aplicá-lo com as devidas adaptações, que o ajustem à realidade dos países; caso contrário o programa pode levar a resultados diferentes dos pretendidos [18].

“Para a implementação do BIM em larga escala em Portugal, é necessário que aconteça um conjunto diversificado de iniciativas ao longo do tempo, envolvendo os vários actores intervenientes nos projectos de engenharia e construção. Este é um desafio multidimensional, e que exige uma forte participação e envolvimento inicial dos grandes donos de obra e projectistas especializados. Os grandes donos de obra públicos poderão ter um papel relevante neste processo.” (Tavares e Grilo, 2008)

3.2. Indústria

Em 1998, um relatório do Governo Inglês revelava que os trabalhos repetidos representavam 30% das actividades da construção, 40% dos recursos humanos e 10% de desperdícios de material. Cerca de 40% dos projectos eram concluídos tardiamente e ultrapassavam o orçamento inicial [20]. Actualmente estima-se que os trabalhos repetidos representam 11,07% do valor originalmente contratado. Os erros e as omissões contratuais são duas das principais causas dos trabalhos repetidos [21].

Entre 1964 e 2003, segundo a *U.S. Bureau of Labor Statistics*, a indústria da construção deixou a sua produtividade estagnada [22]. Em 2004, um estudo elaborado para o *National Institute of Standards and Technology* estima que o custo da interoperabilidade inadequada na indústria ascendeu nesse ano aos 13.000.000.000 €, nos Estados Unidos [12]. Também a falta de normalização, a elevada fragmentação de empresas e a utilização de tecnologia inadequada, constituem importantes obstáculos à redução de custos e prazos. O relatório conclui que a utilização do BIM promete reduzir

drasticamente estes valores [23]. Em 2007, um relatório norte-americano concluiu que 83% das empresas de construção do país necessitam de alterar o seu método de gestão de projectos [24].

Para uma parte da população, a corrupção é uma das principais causas da falta da competitividade na construção. Em todo o mundo, este é o sector com maior risco de oferta de subornos a entidades estatais e com maior tendência para tentar exercer influência sobre a legislação [5]. Para além de aumentar os custos globais, a corrupção distorce as prioridades do investimento, compromete a qualidade e negligencia a manutenção da propriedade, reduzindo a viabilidade económica do investimento, o que pode gerar, em última análise, a falta de retorno socioeconómico da obra [6]. O BIM é condição para o avanço do sector para níveis de transparência e competitividade há tanto perseguidos [7].

Em Portugal, a indústria da construção é tida como um dos motores da economia nacional [25] mas desde 2001 tem estado a perder força, representando uma percentagem cada vez menor do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2010, o peso do sector da construção era de 12,4% do PIB, detinha 6,7% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e dava trabalho a 482.000 pessoas em Portugal [26].

Os últimos anos vieram confirmar que a indústria da construção portuguesa tem falta de competitividade: prazos ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança deficiente e fraca qualidade são observações comuns nas obras em Portugal [25]. “Acresce que os procedimentos de adjudicação adoptados nem sempre conferiram transparência às escolhas efectuadas, nem permitiram o adequado funcionamento das regras de mercado, de modo a possibilitar a obtenção de propostas economicamente mais vantajosas, decorrentes do exercício da concorrência” [27].

As principais causas para a falta de competitividade do sector, em Portugal, são os desvios de custos e de prazos nas obras públicas. Para evitar esses desvios torna-se imprescindível garantir que o dono de obra consiga implementar um sistema integrado de gestão de todo o processo [1].

Apesar de ser apontado por vários autores como a solução para muitos dos problemas da indústria, o BIM é uma tecnologia genérica que não está dependente apenas do seu próprio desenvolvimento. A realização de todas as suas capacidades demora anos de desenvolvimento tecnologias complementares, de alterações na organização sectorial da construção (da divisão de trabalhos, à colaboração no processo da construção), de legislação, regulamentação e contratos económicos [28]. Para tirar partido de todas as potencialidades do BIM é necessário haver uma reorganização das estruturas institucionais e organizacionais [29]. A dualidade entre as mudanças tecnológicas e organizacionais acima descritas demonstra-se pelas diversas definições que o BIM adquire na literatura [28].

3.3. Implementação

A introdução de uma nova TIC no contexto organizacional pode implicar desvios das intenções e dos objectivos originais. Esses desvios dependem do grau de conhecimentos adquiridos, da disparidade desses conhecimentos entre os vários intervenientes e da capacidade de aprendizagem dos indivíduos que compõem o grupo onde a tecnologia irá ser implementada. Os referidos desvios dependem ainda das normas existentes e das características da indústria assim como das regras, do modo de aplicação e da cultura empresarial da empresa que introduz a tecnologia em causa [30].

No caso do BIM, a interacção entre as suas características tecnológicas e o contexto em que irá ser aplicado é determinante para a efectividade da implementação. A utilização do BIM requer mudanças drásticas nas actuais práticas empresariais e leva ao desenvolvimento de modelos empresariais novos e sustentáveis.

A premissa original do sistema de desenho assistido por computador (*Computer Aided-Design* – CAD) é a automatização da tarefa de desenhar à mão. Através de plataformas CAD geram-se e imprimem-se desenhos, mas não mais do que isso [31]. A conversão de CAD para BIM exige formação, disponibilidade de recursos, criação de conteúdos, trabalho de equipa e novos fluxos de trabalho [32].

O BIM é uma metodologia extensa, logo a sua implementação tem que ser faseada. Nesse sentido, Succar (2009) identifica as etapas de maturidade da implementação BIM (Figura 1).



Figura 1. Etapas de maturidade da implementação BIM. Adaptado de [33]

Na etapa pré-BIM existe muita dependência de desenhos 2D. Mesmo que existam visualizações 3D, os dados de projecto não derivam do modelo de visualização nem tão pouco são interoperáveis com o resto da documentação existente. Não existe colaboração e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono [32].

Na etapa de modelação baseada em modelos, os modelos BIM são utilizados principalmente para gerar e coordenar automaticamente documentação 2D e visualizações 3D (sem atributos paramétricos). Quando esta etapa de maturidade é atingida, os operadores começam a reconhecer as potencialidades do BIM [32].

Na etapa de colaboração baseada em modelos, os participantes colaboram activamente com intervenientes de outras disciplinas, existindo interoperabilidade na troca de modelos entre os vários actores. Os modelos alcançam 4D e 5D (planeamento e orçamentação). Aconselha-se alterações contratuais de adaptação ao BIM [32].

Na etapa de integração baseada em redes, os modelos são integrados, ricos em atributos semânticos e são criados, partilhados e mantidos através de processos colaborativos durante as várias fases da obra. Os modelos tornam-se interdisciplinares e adquirem várias dimensões (nD). O trabalho colaborativo torna-se numa espiral iterativa rumo a um modelo único, extensivo e partilhado. Devem ser reconsideradas contratuamente as relações entre todas as partes envolvidas, as atribuições de risco e os fluxos de processo. Este grau de maturidade de tecnologias, processos e políticas facilita o alcance do *Integrated Project Delivery* (IPD) [32].

O IPD representa a visão a longo prazo do BIM, sendo uma fusão de tecnologias, processos e políticas [32]. O objectivo final de uma implementação BIM é atingir o IPD [7], um método de abordagem ao projecto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas profissionais num processo que aproveita, de forma colaborativa, os talentos, os potenciais e as ideias de todos os participantes com o objectivo de otimizar os resultados. Aumenta o valor do empreendimento ao dono de obra, reduzindo os desperdícios e maximizando a eficiência em todo o ciclo de vida do mesmo [22]. Assim, esta pode ser a forma mais eficiente de lidar com os riscos do BIM, visto que estes são partilhados por todos os intervenientes, juntamente com os ganhos, num processo realmente colaborativo [34].

3.4. Retorno

O *Return On Investment* (ROI) é uma análise ao investimento e compara os lucros esperados deste com o custo associado à sua implementação. Existem vários estudos sobre o ROI da tecnologia BIM. No entanto, em muitos dos casos, os seus resultados não são muito confiáveis dado que os métodos de recolha e de análise dos dados não são fornecidos ou são pouco detalhados, dificultando a sua validação. Outra limitação a estes estudos está na maneira como calculam os retornos. Por exemplo, é comum nestes estudos calcular-se o ROI perceptível, sendo que este apenas permite compreender qual a interpretação humana acerca das melhorias trazidas pelo BIM, e não o seu real retorno [33].

Muitos estudos calculam o ROI da capacidade do BIM em detectar colisões, sem no entanto ter em conta que essas colisões também podem ser detectadas por humanos. De facto, em 52,6% dos casos há uma probabilidade acima 75% do erro ser identificado por um profissional, sendo que apenas em 15,4% das vezes há uma probabilidade abaixo dos 25% do erro ser identificado pelo humano [33]. De todos os erros que podem facilmente ser detectados sem a ajuda do BIM, 60,32% deles não têm impacto no preço da obra [33].

Os custos devidos a atrasos causados por erros e omissões de projecto, em construção civil, têm um impacto bastante mais considerável que os custos por trabalhos repetidos devidos aos mesmos erros e omissões. A utilização do BIM para evitar erros e omissões de projecto tem um retorno positivo sobre o investimento efectuado [33].

4. METODOLOGIA

A metodologia aplicada tem como fim a selecção das condicionantes com maior peso na implementação da plataforma BIM em Portugal.

4.1. Análise

Na análise pretende chegar-se a um estado do conhecimento que englobe os conceitos que sustentam a revisão da literatura. É efectuada uma pesquisa bibliográfica extensa, completa e objectiva, com a finalidade de conhecer e dominar a temática proposta no presente trabalho.

4.2. Revisão da literatura

Através de uma revisão da literatura, pretende aprofundar-se os conhecimentos relativos à implementação do BIM nos processos de obras públicas e seleccionar as condicionantes que mais influenciam essa implementação.

O universo de estudo consiste no conjunto de países nos quais o respectivo governo aplica, ou aplicou, reformas para implementação BIM nas suas obras públicas e cujos documentos sobre essa implementação estejam escritos em inglês e tenham sido publicados nos últimos 10 anos.

4.3. Análise comparativa e discussão

Definição das condicionantes mais importantes nas implementações do BIM como plataforma obrigatória nas obras públicas dos países estudados. Estudo da relevância relativa das condicionantes, bem como das suas interacções.

5. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CONDICIONANTES

Numa implementação tecnológica há condicionantes cujo impacto pode ser determinante. No texto que se segue tenta-se apurar e discutir o impacto das condicionantes no sucesso da implementação do BIM como plataforma necessária para concursos públicos em Portugal.

5.1. Definição das condicionantes

Com base na análise e revisão bibliográfica, são aqui seleccionados os factores que podem condicionar o sucesso da implementação do BIM e definido o que se entende por cada uma deles.

Política

A vontade política é determinante em qualquer implementação. Está na mão dos dirigentes do país promover a alteração da legislação e a preparação de cenários, assim como assegurar o seguimento prático e o cumprimento da decisão política: a implementação.

Social

A implementação do BIM como plataforma obrigatória num país terá impactos na sociedade: deve ser previsto o possível aumento do desemprego nalgumas classes profissionais do sector [3] e evitado tanto quanto possível, através da reabilitação desses profissionais e de medidas para estimular a protecção social.

Cultural

Os aspectos culturais e os hábitos são factores de peso sempre que há alterações na legislação do

sector, nomeadamente nos processos de contratação pública. Estando com a implementação BIM perante alterações de grande importância, o modo de aplicar as mudanças deve ser ajustado à cultura vigente, quer se trate da cultura nacional, sectorial ou empresarial.

Financeira

Não raras vezes, a preocupação exclusivamente financeira constitui o maior obstáculo colocado pelas empresas a uma implementação BIM, o que poderá levar o Governo a criar sistemas de incentivos financeiros às empresas. Porém, a aplicação indiscriminada de incentivos pode inviabilizar o retorno do investimento económico do Estado.

Económica

Dada a actual conjuntura económico-financeira do país, não se espera que haja por parte do Estado investimentos económicos significativos no sector da construção. Este facto pode ditar o insucesso na efectividade da implementação.

Operacional

Durante a implementação de uma nova tecnologia, os processos operacionais dentro das empresas sofrem necessariamente alterações profundas. O sucesso da implementação BIM pode depender da preparação e posterior reacção a essas alterações.

Comercial

O BIM promete mudar o processo comercial do sector, bem como a sua produtividade. Torna-se essencial estudar a sua implementação para compreender como é que essa mudança irá condicionar a indústria.

Educacional

A academia, enquanto entidade de referência na investigação e desenvolvimento do BIM, terá um papel fundamental na implementação. Serão no entanto necessárias alterações no sistema de ensino para que estas matérias passem a fazer parte dos *curricula* académicos e profissionais.

Técnica

A condicionante técnica acarreta alterações às normas, aos regulamentos, à legislação e inclui questões como copyright, direito e deveres, seguros, etc.. Todos estes aspectos serão condicionados pela implementação BIM. Por outro lado, o desenvolvimento técnico dos *softwares* existentes e das suas potencialidades também influenciam o sucesso da implementação.

5.2. Relevância das condicionantes

Uma vez seleccionados e definidos os factores que podem condicionar o sucesso da implementação do BIM estes são seguidamente descritos com maior detalhe.

Política

O Governo Português terá um papel fundamental na implementação em larga escala do BIM, pelo facto de ser o maior dono de obra do país. Tal como se tem verificado em vários países no mundo (Reino Unido, Suécia, Noruega, Finlândia, Singapura, Holanda, Dinamarca, etc.), o Governo Português pode influenciar de forma decisiva o sucesso da implementação através da exigência de entregas em plataformas BIM nas obras públicas em Portugal.

É importante para isso pensar a médio prazo e não permitir que a desfavorável conjuntura económica que o país vive defina as estratégias a adoptar. Acima de tudo torna-se importante não deixar que as necessidades de resultados políticos inerentes aos ciclos de vida da democracia (geralmente quadrienais) afectem ou mesmo impeçam a implementação. A mudança de paradigma que a introdução do BIM promove no sector exige mais do que quatro anos para dar resultados, prevendo-se que os mesmos sejam visíveis ao fim de 10 a 15 anos [18].

A tarefa do Governo não será simples. Adivinham-se pressões dos agentes do sector sobre os legisladores, ou não fosse este o sector com maior tendência para exercer influência sobre a

legislação. Há, contudo, que ter a coragem de pensar a médio prazo e compreender que este tipo de influência perniciosa pode distorcer as prioridades nos investimentos e até reduzir-lhes a viabilidade económica [5].

A implementação deve ser faseada mas assertiva. Impõe-se estabelecer um valor mínimo do custo dos empreendimentos a partir do qual será obrigatória a utilização do BIM, assim como descidas faseadas desse mínimo, ao longo do tempo, até ao ponto em que todas as obras públicas do país funcionarão na alçada da nova metodologia.

Social

É particularmente importante que as questões sociais sejam estudadas e acauteladas, para que não haja aversão social às medidas impostas. Se é verdade que elas podem trazer benefícios a algumas categorias profissionais (engenheiros e engenheiros técnicos), já o mesmo se não pode dizer da classe dos desenhadors técnicos, onde o desemprego aumentará [3].

Também poderão ser afectados negativamente engenheiros e arquitectos de faixas etárias mais avançadas, para quem a interacção com a informática poderá ser mais adversa.

Os engenheiros técnicos (licenciados de Bolonha) serão eventualmente os mais beneficiados com a implementação, uma vez que, tendo competências académicas suficientes para modelar, auferem salários em regra inferiores aos dos engenheiros. Ainda assim deverá haver uma subida nos níveis de emprego dos engenheiros civis em geral.

Dado que o sector tem que evoluir para se manter competitivo, estes pontos negativos devem ser contornados por forma a não tirar mérito à implementação. Devem ser estudadas alternativas, como a formação, para aqueles que possam ser prejudicados com a implementação, sejam eles desenhadors técnicos ou profissionais no sector com mais inércia à mudança.

Com este tipo de implementação é provável que sejam criadas novas profissões. Na universidade de Salford, no Reino Unido, já existe um mestrado para gestor BIM [36]. Este gestor será o responsável pela viabilidade e bom uso do BIM num projecto. Outras previsíveis profissões proeminentes são a de modelador estrutural e de engenheiro-modelador [3].

Cultural

Tradicionalmente, a cultura portuguesa tende a ser adversa à novidade. Reflexo desta, a cultura vigente no sector segue a mesma tendência. De facto, prevê-se pouca receptividade das empresas do sector à normalização. Por esta razão, uma mudança deste género terá que ser não só legislada como incentivada.

Mesmo os países anglo-saxónicos e escandinavos, que têm por hábito propor reformas do sector público através de estratégias flexíveis, optaram por impor o BIM por via legislativa.

O Governo deve calendarizar a chegada das empresas à segunda etapa de maturidade da implementação BIM, etapa a partir da qual os agentes envolvidos no processo começam a ter percepção das potencialidades da utilização do BIM [33]. O ritmo de chegada a esse patamar pode ser decisivo para a implementação pelo que não deve ser precipitado, para evitar criar aversões, mas também não pode ser demasiado arrastado, sob pena de perder assertividade.

Deve ser divulgada informação às empresas através dos canais apropriados (*media* da especialidade, associações, ordens, etc.) para não deixar que empresas com culturas passivas e pouco competitivas fiquem para trás, atrasando assim a implementação. No entanto, condutas demasiado agressivas também devem ser acauteladas, para não deixar que empresas com menos capacidade de mudança fiquem desfavorecidas.

Em qualquer dos casos, as medidas governamentais poderão ter um papel decisivo nesta matéria, garantindo a mudança das culturas de forma progressiva, estável e sem percalços.

Financeira

Índices de análise de rentabilidade são factores preponderantes para a adopção de uma tecnologia, o que resulta na frequente preocupação exclusivamente financeira por parte das empresas, aquando de uma implementação BIM.

[34] demonstraram que, com a utilização do BIM, o ROI é positivo apenas pela detecção de colisões

que não seriam detectadas por um profissional. Já [3] concluíram que, com a poupança obtida pela utilização do BIM, um gabinete de projectistas de estruturas poderá pagar o investimento feito com a implementação ao terceiro ano de utilização e, daí em diante, ter lucros operacionais maiores do que aqueles que teria sem BIM.

Existem ainda medidas de carácter financeiro que poderão facilitar a adopção do BIM. Por exemplo, no Reino Unido, a ordem dos arquitectos negociou activamente com distribuidores de *software* e empresas de formação, por forma a conseguir pacotes mais acessíveis. Estes pacotes incluem *hardware*, *software*, licenças e formação.

Este tipo de medidas podem ser acauteladas pelo Estado, facilitando a aceitação da implementação. Incentivos fiscais podem ser também uma forma de facilitar a implementação em PME's, por forma a nivelar mais as hipóteses comerciais das empresas de menor dimensão do sector.

Económica

Numa altura de crise, é importante que o Governo português estabeleça critérios rigorosos nos estudos sobre a viabilidade de uma implementação como esta. A formação dos funcionários públicos ligados ao sector, por exemplo, não pode ser esquecida, sob pena de se correr o risco da implementação não vir a representar um acréscimo de qualidade e de produtividade nas obras públicas.

Uma vez que a fase de operação e manutenção de um empreendimento é aquela em que haverá maior retorno do BIM, o dono de obra estatal é aquele que tem mais a ganhar com esta implementação. Por outro lado, o facto da utilização do BIM vir trazer transparência ao processo de concurso e reduzir ao mesmo tempo as derrapagens e os atrasos, pode trazer progresso ao sector e viabilizar economicamente a implementação do BIM nas obras públicas em Portugal.

Deve ser estudado se é economicamente viável para o Governo fomentar o investimento no BIM, através de incentivos fiscais ou mesmo através de programas de formação gratuitos, por forma a aligeirar o investimento necessário por parte das empresas do sector.

É ainda relevante saber até que ponto é concebível que o Estado obrigue as empresas que se encontram em dificuldades financeiras a investir no BIM.

Operacional

Os procedimentos associados aos concursos públicos sofrerão certamente alterações quando o BIM for implementado. Este facto não pode ser escamoteado, tendo o Governo um papel preponderante ao acautelar as mudanças necessárias para o bom funcionamento dos ditos concursos públicos. Durante os primeiros anos da implementação, o tempo de execução dos projectos poderá ter que ser aumentado, sendo esse aumento susceptível de ser compensado pela diminuição de tempo resultante da maior produtividade em obra. Por outro lado, os tempos de espera para esclarecimentos de projectos deverão diminuir substancialmente, dado que o modelo promove a melhor definição do projecto, melhor compreensão e visualização e o aumento da interoperabilidade.

Os processos operacionais das empresas irão também mudar. Para tal, a informação facultada pelo Governo ao sector será importante para que essas mudanças sejam previstas e pensadas atempadamente. As empresas deverão avaliar os seus próprios processos operacionais e prever as possíveis mudanças, para que estas ocorram sem percalços.

É do conhecimento geral que existem no sector empresas que apostam em estratégias de lucro menos claras, através dos trabalhos a mais. Sendo que a mudança da legislação já levou a alterações neste processo, a implementação do BIM poderá vir a trazer alterações ainda mais radicais. É eticamente desejável que o Estado prepare informação para estas empresas para que elas não se extingam, mas sim adoptem novos processos operacionais que as levem a aumentar a sua concorrência, trazendo ao mesmo tempo transparência ao sector.

Comercial

Comercialmente, o sector terá na implementação BIM um estímulo para uma maior transparência. As margens das empresas irão aumentar, uma vez que deixará de existir a tendência para ir a concurso "a perder dinheiro", com vista a recuperá-lo em trabalhos a mais, tornando assim o concurso mais

justo. Por sua vez, o sector irá também melhorar a sua reputação e as empresas que o constituem ficarão mais aptas a responder aos desafios da modernidade e da concorrência. A isto acresce que, com o BIM, os *curricula* das empresas portuguesas irão destacá-las no mercado internacional. Estes factores poderão ainda servir de incentivo ao investimento na construção em Portugal, algo há muito desejado no seio do sector.

O Estado deve assumir o seu estatuto de dono de obra e criar um modelo contratual e actualizar o Código dos Contratos Públicos (CCP), de modo a que ambos incluam cláusulas relacionadas com o BIM.

Educacional

Assim como já se tem vindo a verificar nos países com implementações BIM, novos mestrados e pós-graduações relacionados com o BIM serão criados. São exemplos as universidades de Salford (com um mestrado chamado “*BIM and Integrated Design*” e várias pós-graduações [36]) e de Penn State (através de iniciativas como a tese de três anos chamada “*IPD and BIM Senior Thesis Pilot Program*” [36]).

O Estado deverá estudar quais as mudanças necessárias para que o sistema de educação acompanhe as necessidades emergentes. Este tema é particularmente sensível, uma vez que irá condicionar a forma como os profissionais da AEC passarão a ser formados. Atentas a essa questão, mais de uma dezena de Universidades reuniram-se em 2011 no *Israel Institute of Technology* (IIT – *Technion*), com o objectivo de definir formas de introdução do BIM nos *curricula* universitários de Engenharia Civil e Arquitectura a nível mundial, bem como os respectivos conteúdos e matérias. A Universidade Nova de Lisboa (UNL) esteve presente nesse encontro, e está a participar activamente neste processo [34].

O investimento a nível académico nesta área também terá que ser pensado, uma vez que representará para o Governo um investimento em *hardware*, *software*, licenças, formação de professores e até talvez na contratação de novos professores.

Técnica

O Governo terá que estabelecer *standards* técnicos que regulem a utilização do BIM. Nestes deverão estar estabelecidos formatos para as entregas, níveis de actualização de aplicações e ainda estar definido o modo como as versões futuras de *software* irá influenciar a implementação.

Por outro lado, o Estado terá também que exercer o seu poder sobre a indústria de *software*, no sentido de a levar a adoptar processos totalmente interoperáveis entre aplicações de diferentes fornecedores. Deve ainda, em conjunto com o sector da construção e o do desenvolvimento de aplicações, adoptar os *softwares* existentes para que estes funcionem de acordo as normas portuguesas de construção.

Do ponto de vista técnico deve ainda ser regulamentado o funcionamento de questões legais, de *copyright*, de direitos de propriedade e de seguros, entre outros.

6. CONCLUSÕES

À semelhança do que se passa em vários países do mundo, Portugal terá todo o interesse em adoptar plataformas BIM nas obras públicas. As vantagens, inúmeras, vão da maior transparência nos processos de concurso à poupança de recursos, sem esquecer a modernização e melhoria da capacidade concorrencial do tecido empresarial do sector da construção civil.

Para que a transição se faça de forma gradual e pacífica e por forma a maximizar o sucesso caberá ao Estado exigir que nos concursos de obras públicas todos os elementos sejam entregues em plataformas BIM, o que constitui o objectivo principal e o cerne de todas as vantagens da implementação, originando processos de construção mais rigorosos, controlados e transparentes. A legislação relativa às obras públicas deverá ser adaptada às exigências e particularidades da utilização do BIM. Serão necessárias reformas no sistema educativo com vista à criação de cursos, especializações e acções de formação a vários níveis, por forma a equipar o país com técnicos competentes nesta área.

É essencial o Estado informar atempadamente os agentes envolvidos acerca da calendarização programada e dos objectivos a atingir, para que estes tenham tempo de se preparar para as mudanças necessárias e alterem os seus processos operacionais. Deverão ainda ser definidas metas, nomeadamente até à chegada à segunda fase de maturidade da implementação, uma vez que a partir desta os utilizadores começam a compreender as capacidades do BIM e perceber os seus benefícios.

A implementação deve ser faseada mas feita de forma assertiva. Impõe-se escalonar os valores das obras a partir dos quais a aplicação BIM é obrigatória e ir reduzindo gradualmente estes valores ao longo do tempo, até que todas as obras públicas do país sejam feitas aplicando esta metodologia.

Como futuros campos de pesquisa, preconiza-se a maturação deste estudo, que deverá passar pela definição da interacção entre as condicionantes seleccionadas e culminar na proposta de uma metodologia prática de implementação do BIM como plataforma obrigatória nas obras públicas em Portugal. A metodologia a propor deverá reflectir a influência das condicionantes identificadas no presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

O segundo autor reconhece e agradece à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) o financiamento atribuído através da Bolsa de Licença Sabática SFRH/BSAB/1234/2012, que suportou parcialmente a elaboração deste artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] F. Santo, *Recomendações da Ordem dos Engenheiros para a redução dos desvios de custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas*, Lisboa (2006).
- [2] J. P. Couto e J. M. Teixeira, *As Consequências do Incumprimento dos Prazos para a Competitividade da Indústria de Construção – Razões para os Atrasos*, Guimarães (2006).
- [3] R. Sacks e R. Barak, "Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice", *Automation In Construction*, vol. 17, no. 4, pp. 439-449 (2008).
- [4] A. K. D. Wong, F. K. W. Wong, e A. Nadeem, "Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States", *Construction Innovation: Information, Process, Management*, vol. 11, no. 1, pp. 61-76 (2011).
- [5] M. Morgan e M. Morrison, *Models as Mediators - Perspectives on Natural and Social Science*, Universidade de Cambridge, Ed. Cambridge: Cambridge University Press (1999).
- [6] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, e K. Liston, *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2ª edição, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., vol. 1, (2011).
- [7] C. Eastman et al., *An Outline of the Building Description System*, Carnegie-Mellon University, Institute of Physical Planning, Pittsburgh, RP-50 (1974).
- [8] Charles Eastman, "Modeling of buildings: evolution and concepts", *Automation in Construction*, vol. 1, no. 2, pp. 99-109 (1992).
- [9] Vladimir Bazjanac, *Impact of the U.S. National Building Information Model Standard (NBIMS) on building energy performance simulation*, em *Building Simulation 2007 Conference*, Berkeley, pp. 1377-1382 (2007).
- [10] A. Grilo e R. Jardim-Gonçalves, "Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments", *Automation In Construction*, vol. 19, no. 5, pp. 522-530 (2010).
- [11] R. Sacks, L. Koskela, B. A. Dave, e R. Owen, "Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction", *Journal of Construction Engineering and Management-asce*, vol.

- 136, no. 9, pp. 968-980 (2010).
- [12] D. Chen, G. Doumeingts, e F. Vernadat, *"Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future"*, *Computers In Industry*, vol. 59, no. 7, pp. 647-659 (2008).
 - [13] Rob Howard e Bo-Christer Björk, *"Building information modelling – Experts' views on standardisation and industry deployment"*, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 22, no. 2, pp. 271-280 (2008).
 - [14] I. Howell e B. Batcheler, *Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential*, The Laiserin Letter (2005).
 - [15] Nam-Hyuk Ham, Kyung-Min Min, Ju-Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, e Jae-Jun Kim, *A Study on Application of BIM (Building Information Modeling) to Pre-design in Construction Project*, em *3rd International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, pp. 42-49 (2008).
 - [16] M. P. de la Cruz, A. del Caño, e E. de la Cruz, *"New paradigms for public procurement of construction projects in the United Kingdom - potential applicability in Spain"*, *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 35, no. 3, pp. 276-286 (2008).
 - [17] G.K.I. Ang *et al.*, *Inventory of international reforms in building and construction*, PSIB Programmabureau e VROM Rijksgebouwendienst, Haia (2004).
 - [18] J. Egan, *Rethinking Construction: The report of the construction task force*, Department of Trade and Industry, London (1998).
 - [19] P. Love, D. Edwards, J. Smith, e D. Walker, *"Divergence or Congruence? A Path Model of Rework for Building and Civil Engineering Projects"*, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 23, no. 6, pp. 480-488 (2009).
 - [20] Zhang Yang e Guangbin Wang, *Cooperation between Building Information Modeling and Integrated Project Delivery Method Leads to Paradigm Shift of AEC Industry*, pp. 1-4 (2009).
 - [21] M. P. Gallaher, A. C. O'Connor, J. L., Jr. Dettbarn, e L. T. Gilday, *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*, National Institute of Standards and Technology, U.S. Commerce Department, Gaithersburg, Maryland (2004).
 - [22] American Institute of Architects, *Integrated Project Delivery: A Guide*, American Institute of Architects, San Francisco, (2007).
 - [23] J. Riano e R. Hodness, *Bribe Payers Index*, Transparency International, Berlin (2008).
 - [24] H. Goldie-Scot, *Briefing: Corruption in construction in developing countries*, em *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-municipal Engineer*, vol. 161, no. 4, pp. 211-213 (2008).
 - [25] J. Couto e J. Teixeira, *As Consequências do Incumprimento dos Prazos para a Competividade da Indústria de Construção: Razões para os Atrasos*, Universidade do Minho, Guimarães (2006).
 - [26] Banco de Portugal, *Relatório do conselho de administração: a economia portuguesa em 2011*, Banco de Portugal, Lisboa (2011).
 - [27] Tribunal de Contas, *Auditoria a empreendimentos de obras públicas por gestão directa: conclusões e recomendações do Tribunal de Contas*, Tribunal de Contas, Lisboa (2009).
 - [28] Kerosuo Hannele *et al.*, *"Expanding uses of building information modeling in life-cycle construction projects"*, *IOS Press*, no. 41, pp. 114-119 (2012).
 - [29] Carlota Perez, *Technological Revolution and Financial Capital - The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, (2002).
 - [30] H. C. J. Linderoth, *"Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks"*, *Automation In Construction*, vol. 19, no. 1, pp. 66-72 (2010).

- [31] S Mihindu e Y Arayici, *Digital construction through BIM systems will drive the re-engineering of construction business practices*, em *Visualisation: in built and rural environments.*: IEEE computer society, pp. 29-34 (2009).
- [32] P. E. D. Love e Z. Irani, *"Evaluation of IT costs in construction"*, *Automation In Construction*, vol. 10, no. 6, pp. 649-658 (2001).
- [33] B. Succar, *"Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders"*, *Automation In Construction*, vol. 18, no. 3, pp. 357-375 (2009).
- [34] S. Azhar, *"Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry"*, *Leadership and Management in Engineering*, pp. 241-252, (2011).
- [35] G. Lee, H. K. Park, e J. Won, *"D-3 City project - Economic impact of BIM-assisted design validation"*, *Automation In Construction*, vol. 22, pp. 577-586 (2012).
- [36] University of Salford Manchester, *MSc/PgDip/PgCert BIM and Integrated Design*, <http://www.salford.ac.uk/courses/bim-and-integrated-design?mode=ov> (2011).
- [37] Penn State, *BIM Thesis Information*, <http://www.engr.psu.edu/ae/thesis/bim.htm> (2009).
- [38] Paulo Taborda e Nuno Cachadinha, *"BIM nas Obras Públicas do Reino Unido"*, *eUAUI*, vol. 18, pp. 7 (2011).